

**MODEL *GENERALIZED SPACE TIME AUTOREGRESSIVE*  
*INTEGRATED* DENGAN PEMBOBOT NORMALISASI KORELASI  
SILANG PADA PERKEMBANGAN ASET BPR DI PROVINSI JAWA  
BARAT, JAWA TENGAH, DAN JAWA TIMUR**



oleh  
SUSI SUSANTI  
M0113049

SKRIPSI

ditulis dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Sains Matematika

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2017**

**MODEL *GENERALIZED SPACE TIME AUTOREGRESSIVE*  
*INTEGRATED* DENGAN PEMBOBOT NORMALISASI KORELASI  
SILANG PADA PERKEMBANGAN ASET BPR DI PROVINSI JAWA  
BARAT, JAWA TENGAH, DAN JAWA TIMUR**

SKRIPSI

SUSI SUSANTI

NIM. M0113049

dibimbing oleh

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Sri Sulistijowati H., M.Si.

Dr. Dra. Diari Indriati, M.Si.

NIP. 19690116 199402 2 001

NIP. 19610112 198811 2 001

telah dipertahankan di hadapan Dewan Penguji  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
pada hari Selasa, tanggal 25 Juli 2017

Jabatan	Nama dan NIP	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	Ririn Setiyowati, S.Si., M.Sc. NIK. 19890924 2016 1 001	.....	.....
Sekretaris	Drs. Santoso Budi Wiyono, M.Si. NIP. 19620203 199103 1 001	.....	.....
Penguji I	Dra. Sri Sulistijowati H., M.Si. NIP. 19690116 199402 2 001	.....	.....
Penguji II	Dr. Dra. Diari Indriati, M.Si. NIP. 19610112 198811 2 001	.....	.....

Disahkan

di Surakarta pada tanggal .....

Kepala Program Studi Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta

Supriyadi Wibowo, S.Si., M.Si.

NIP. 19681110 199512 1 001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul ”Model *Generalized Space Time Autoregressive Integrated* dengan Pembobot Normalisasi Korelasi Silang pada Perkembangan Aset BPR di Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur” belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar ke-sarjanaan pada suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 25 Juli 2017

Susi Susanti

# ABSTRAK

Susi Susanti. 2017. MODEL *GENERALIZED SPACE TIME AUTO-REGRESSIVE INTEGRATED* DENGAN PEMBOBOT NORMALISASI KORELASI SILANG PADA PERKEMBANGAN ASET BPR DI PROVINSI JAWA BARAT, JAWA TENGAH, DAN JAWA TIMUR. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret.

Bank Perkreditan Rakyat (BPR) merupakan lembaga keuangan di Indonesia yang bergerak di bidang Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM). Meskipun terbatas di bidang UMKM, perkembangan industri BPR terus meningkat. Hal ini bisa dilihat dari perkembangan aset BPR di beberapa daerah. Perkembangan aset BPR mengikuti bentuk data runtun waktu. Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur memiliki perkembangan aset BPR cukup tinggi yang diduga saling berkaitan karena adanya kegiatan perekonomian sebagai provinsi yang bertetangga. Aset BPR di ketiga provinsi tersebut merupakan data runtun waktu yang tidak stasioner karena mengikuti pola tren naik. Oleh karena itu, model yang sesuai dengan data tersebut adalah model *generalized space time autoregressive integrated* (*GSTARI*) yang mempertimbangkan keterkaitan spasial dan waktu.

Model *GSTARI* mengasumsikan karakteristik lokasi bersifat heterogen. Model *GSTARI* menggunakan orde spasial 1 dan orde *autoregressive* diperoleh dari lag optimal yang memiliki nilai Akaike *information criterion corrected* terkecil. Tujuan dari penelitian ini adalah dapat menerapkan model *GSTARI* menggunakan data aset BPR dan dapat meramalkan aset BPR untuk periode selanjutnya.

Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa lokasi yang digunakan pada penelitian ini mempunyai hubungan yang erat. Berdasarkan hasil identifikasi model, model terbaik yang didapatkan adalah  $GSTAR(3_1)-I(1)$ . Pendugaan parameter menggunakan metode kuadrat terkecil dengan pemilihan variabel yang signifikan menggunakan metode *stepwise* dan matriks pembobot normalisasi korelasi silang. Residual model memenuhi asumsi *white noise* dan normal multivariat, sehingga model telah sesuai. Model tersebut memiliki rata-rata nilai *RMSE* sebesar 498.75 dan rata-rata nilai *MAPE* sebesar 2.48%.

**Kata kunci:** aset BPR, *GSTARI*, normalisasi korelasi silang, tren, *stepwise*.

# ABSTRACT

Susi Susanti. 2017. GENERALIZED SPACE TIME AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MODEL WITH NORMALIZATION OF CROSS CORRELATION WEIGHTING ON DEVELOPMENT OF BPR ASSETS IN WEST JAVA, CENTRAL JAVA, AND EAST JAVA. Faculty of Mathematics and Natural Science. Sebelas Maret University.

Bank Perkreditan Rakyat (BPR) is a financial institution in Indonesia dealing with Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). Though limited to MSMEs, the development of the BPR industry continues to increase. This can be seen from the development of BPR assets in some regions. The development of BPR assets follow the form of time series data. West Java, Central Java, and East Java have high BPR asset development are suspected to be interconnected because of their economic activities as a neighboring provinces. BPR assets are unstationary time series data that follow the uptrend pattern. Therefore, the suitable model with the data is generalized space time autoregressive integrated (GSTARI) which considers the spatial and time interrelationships.

The GSTARI model assumes that location characteristics are heterogeneous. GSTARI model used spatial order 1 and the autoregressive order is obtained of optimal lag which has the smallest value of Akaike information criterion corrected. The purposes of this research are to apply the GSTARI model using BPR asset data and to predict BPR assets for next period.

The correlation test results showed that the location used in this study had a close relationship. Based on the results of model identification, the best model obtained is  $GSTAR(3_1)-I(1)$ . The parameter estimation used the ordinary least squares with the selection of significant variables used the stepwise method and the normalization cross correlation weighting. The residual model fulfilled the assumption of white noise and normal multivariate, so the model was appropriate. The model had an average RMSE value of 498.75 and an average MAPE value of 2.48%.

**Keywords:** *BPR assets, GSTARI, normalization cross correlation weighting, trend, stepwise.*

## MOTTO

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya.

QS Al-Baqarah : 286

# PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan untuk  
kedua orang tua, kakak, adik, dan saudara.  
Terima kasih atas kasih sayang, semangat, dan doa yang diberikan.

# KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada

1. Dra. Sri Sulistijowati Handayani, M.Si. sebagai Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan materi, motivasi, dan arahan dalam penentuan judul dan penulisan skripsi ini.
2. Dr. Dra. Diari Indriati, M.Si. sebagai Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan materi, motivasi, dan arahan dalam hal penyusunan alur penulisan skripsi.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Surakarta, Juli 2017

Penulis



# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL . . . . .	i
PENGESAHAN . . . . .	ii
PERNYATAAN . . . . .	iii
ABSTRAK . . . . .	iv
<i>ABSTRACT</i> . . . . .	v
MOTTO . . . . .	vi
PERSEMBAHAN . . . . .	vii
KATA PENGANTAR . . . . .	viii
DAFTAR ISI . . . . .	xi
DAFTAR TABEL . . . . .	xii
DAFTAR GAMBAR . . . . .	xiii
DAFTAR NOTASI . . . . .	xiv
 <b>I PENDAHULUAN</b>	 <b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah . . . . .	1
1.2 Perumusan Masalah . . . . .	3
1.3 Tujuan . . . . .	3
1.4 Manfaat . . . . .	4
 <b>II LANDASAN TEORI</b>	 <b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka . . . . .	5
2.2 Teori Penunjang . . . . .	6
2.2.1 Runtun Waktu Multivariat . . . . .	6
2.2.2 Kestasioneran Data . . . . .	7

2.2.3	Matriks Fungsi Korelasi . . . . .	8
2.2.4	Matriks Fungsi Korelasi Parsial . . . . .	8
2.2.5	Model <i>Generalized Space Time Autoregressive Integrated (GSTARI)</i> . . . . .	9
2.2.6	Identifikasi Model . . . . .	10
2.2.7	Pembobot Normalisasi Korelasi Silang . . . . .	11
2.2.8	Pendugaan Parameter . . . . .	12
2.2.9	Regresi <i>Stepwise</i> . . . . .	16
2.2.10	Pengujian Asumsi Residual . . . . .	17
2.2.11	Validasi Model . . . . .	18
2.3	Kerangka Pemikiran . . . . .	19
<b>III METODE PENELITIAN</b>		<b>20</b>
3.1	Data dan Sumber Penelitian . . . . .	20
3.2	Langkah Penelitian . . . . .	20
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>22</b>
4.1	Deskripsi Data . . . . .	22
4.2	Kestasioneran Data . . . . .	23
4.3	Identifikasi Model . . . . .	26
4.4	Pembobot Normalisasi Korelasi Silang . . . . .	28
4.5	Pendugaan Parameter . . . . .	28
4.6	Pengujian Asumsi Residual . . . . .	33
4.6.1	Pengujian Asumsi <i>White Noise</i> . . . . .	33
4.6.2	Pengujian Asumsi Normal Multivariat . . . . .	34
4.7	Peramalan dan Pengujian Ketepatan Model untuk Tahun 2016 . .	36
4.8	Peramalan untuk Tahun 2017 . . . . .	37
<b>V PENUTUP</b>		<b>39</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	39
5.2	Saran . . . . .	40



## DAFTAR TABEL

4.1	Statistik deskriptif data aset BPR di masing-masing provinsi (dalam milyar rupiah) . . . . .	22
4.2	Nilai korelasi data aset BPR di tiga provinsi . . . . .	23
4.3	Nilai uji <i>ADF</i> untuk data aset BPR masing-masing provinsi . . . . .	24
4.4	Nilai uji <i>ADF</i> untuk data aset BPR masing-masing provinsi setelah dilakukan pembedaan . . . . .	25
4.5	Nilai <i>AICC</i> data aset BPR setelah dilakukan pembedaan . . . . .	27
4.6	Hasil pendugaan parameter menggunakan MKT . . . . .	29
4.7	Hasil pendugaan parameter menggunakan metode <i>stepwise</i> . . . . .	30
4.8	Hasil uji <i>white noise</i> menggunakan uji Ljung-Box . . . . .	34
4.9	Perhitungan <i>RMSE</i> dan <i>MAPE</i> . . . . .	37
4.10	Hasil peramalan Aset BPR pada tahun 2017 . . . . .	38

## DAFTAR GAMBAR

4.1	<i>Plot</i> runtun waktu aset BPR (a) Provinsi Jawa Barat, (b) Provinsi Jawa Tengah, (c) Provinsi Jawa Timur . . . . .	24
4.2	<i>Plot MACF</i> data aset BPR sebelum dilakukan pembedaan . . . . .	25
4.3	<i>Plot MACF</i> data aset BPR setelah dilakukan pembedaan . . . . .	26
4.4	<i>Plot MPACF</i> data aset BPR setelah dilakukan pembedaan . . . . .	27
4.5	<i>Plot</i> distribusi normal multivariat residual model . . . . .	35
4.6	Nilai aktual dan prediksi aset BPR . . . . .	36

## DAFTAR NOTASI

$\mathbf{y}(t)$	: vektor data runtun waktu berukuran $(n \times 1)$ pada waktu ke- $t$
$\phi_i$	: matriks parameter <i>autoregressive</i> berukuran $(n \times n)$ pada lag waktu ke- $i$
$\mathbf{e}_t$	: vektor residual berukuran $(n \times 1)$ pada waktu ke- $t$
$p$	: orde <i>autoregressive</i>
$\hat{\phi}$	: estimasi parameter model <i>autoregressive</i>
$sd(\hat{\phi})$	: standar deviasi estimasi parameter model <i>autoregressive</i>
$\hat{\rho}(\mathbf{k})$	: korelasi silang sampel pada lag waktu ke- $k$
$\hat{\rho}_{ij}(k)$	: korelasi silang sampel dari komponen deret ke- $i$ dan ke- $j$ pada lag waktu ke- $k$
$\overline{Z}_i$	: rata-rata sampel dari komponen deret ke- $i$
$Z_{i,t}$	: komponen deret ke- $i$ dan lag waktu ke- $t$
$\sigma_i$	: standar deviasi dari kejadian lokasi ke- $i$
$P(s)$	: matriks korelasi parsial pada lag $s$
$\gamma_{i,j}(\mathbf{k})$	: kovariansi silang antara data variabel di lokasi ke- $i$ dan ke- $j$ pada lag waktu ke- $k$
$\Gamma(s)$	: matriks kovarian lag $s$
$\overline{\mathbf{Z}}$	: vektor rata-rata sampel
$\mathbf{z}_{(t)}^*$	: vektor berukuran $(N \times 1)$ dari nilai pengamatan pada waktu ke- $t$ dan lokasi ke- $N$
$\lambda_s$	: orde spasial ke- $s$
$\mathbf{W}^{(l)}$	: matriks pembobot berukuran $(N \times N)$ pada spasial lag $l$
$\phi_{kl}$	: matriks diagonal parameter <i>autoregressive</i> pada lag waktu $k$ dan lag spasial $l$
$\phi$	: parameter model <i>autoregressive</i>
$\theta$	: parameter model <i>moving average</i>
$L$	: Gaussian <i>likelihood</i>

$S(\phi, \theta)$	: variansi dari residual
$n$	: banyaknya pengamatan
$q$	: orde <i>moving average</i>
$\hat{\beta}$	: estimasi parameter $\beta$
$\mathbf{X}^T$	: transpos dari matriks $\mathbf{X}$
$\mathbf{X}^{-1}$	: invers dari matriks $\mathbf{X}$
$\epsilon$	: vektor residual model
$S^*(\beta)$	: jumlah kuadrat residual
$k$	: lag waktu
$\hat{\rho}_k$	: nilai korelasi sampel pada lag ke- $k$
$S_x$	: probabilitas kumulatif normal dari nilai residual
$F_0(x)$	: probabilitas kumulatif empiris dari nilai residual
$N$	: banyaknya pengamatan
$t$	: orde waktu
$Z_t$	: nilai pengamatan pada waktu ke- $t$
$\hat{Z}_t$	: nilai ramalan pada waktu ke- $t$